Vegetationsbilder. Zweite Reihe, Heft 4.

Nordmexikanische Xerophyten.

Von

Dr. E. Stahl,

Professor der Botanik an der Universität Jena.

Tafel 19, 20 und 22.

Tafel 19. **Echinocactus obvallatus, Echinocereus conglomeratus, Mammillaria sp.**
Tafel 20. **Echinocactus capricornis, E. Williamsii, E. bicolor, Echinocereus conglomeratus, Mammillaria scolymoides, Pellaea sp.**
Tafel 22. **Opuntia microdasys, Echinocereus conglomeratus.**

(Alle drei am 8. Oktober aufgenommen auf einem Berge westlich von Saltillo, Staat Cohahuila.)

Die in Lieferung 1, Heft 8 der Vegetationsbilder enthaltenen Tafeln geben eine Vorstellung der Pflanzendecke, wie sie auf trockenen Kalkbergen des südlichen Mexiko, in der Umgegend von Tehuacan (Staat Puebla) anzutreffen ist. Die in diesem Heft reproduzierten Bilder wurden im nördlichen Mexiko, im südlichen Teil des an Texas grenzenden Staates Cohahuila aufgenommen, und zwar Tafel 19—22 auf einem Hügel westlich von dessen Hauptstadt Saltillo, Tafel 23 und 24 weiter nördlich, in der Nähe der unter dem 26° n. Br. gelegenen Station Venadito.

Eine dreißigstündige Eisenbahnfahrt brachte uns von der Landeshauptstadt nach dem bereits außerhalb des Tropengürtels liegenden Staate Cohahuila. Die anfangs August auf der Hinreise durchfahrene Strecke bot jetzt, nachdem 2 Monate verstrichen waren, recht verschiedene Vegetationsbilder. Die damals noch jungen Maiskulturen waren inzwischen hoch aufgeschossen und beherbergten eine Fülle schön blühender Unkräuter. Blaue Trichterwinden (*Ipomoea purpurea*) schlingen sich an den Stengeln empor; in den *Coreopsis-*, *Tagetes-*, *Helianthus*-Arten, in *Cosmos bipinnatus* Cav. begrüßen wir alte Bekannte unserer Gärten. Letztere Pflanze mit ihrem zierlich zerschlitzten Blatt und den roten Strahlblüten ist stellenweise so häufig, daß große Strecken Landes in rosigem

Schimmer erglühen. Nach durchfahrener Nacht ist die Szenerie schon wesentlich verändert, die Dürre nimmt zu. Nur längs der Flußläufe, an deren Ufern wir vereinzelte Taxodien, Weiden, Pappeln mit unten weißfilzigen Blättern erkennen, herrscht noch üppiger Pflanzenwuchs. Nähert sich im eingeengten Flußtal die Bahn dem Gebirge, so bewundern wir immer aufs neue die in den Ritzen steiler, unzugänglicher Wände wurzelnden stattlichen Mammillarien, von denen viele unter dem Scheitel einen zierlichen Kranz rosiger Blüten tragen. Auf ebenem, bewässerungsfähigem Kulturboden stehen bald vereinzelt, bald in Zeilen stattliche Bäume von *Schinus molle* L., von deren Aesten die dünnen Zweige mit den gefiederten, dunkelgrünen Blättern, nach Trauerweidenart, weit herabhängen. Das wellige Terrain erscheint, von der Ferne gesehen, auf große Strecken wie gestreift durch die in Reihen angepflanzten mächtigen Rosetten der *Agave americana* L., aus welchen, wenn sie sich zum Blühen anschicken, der Mexikaner das süße agua-miel entnimmt, aus welchem durch Vergärung sein Nationalgetränk pulque gewonnen wird. Höchst sonderbar nehmen sich die äußerst zerstreuten kleinen Ortschaften aus mit ihren niedrigen Hütten und Gärten, deren undurchdringliche, lebendige Zäune gewöhnlich aus den mehrere Meter hoch werdenden unverzweigten Stämmen des *Cereus gemmatus* Zucc. bestehen. Im Inneren dieser Gärten stehen als auffälligere Nutzpflanzen die starren, großgliederigen, blau bereiften, zu riesiger Größe heranwachsenden Opuntien. In der Umgegend von San Luis Potosi, dessen Bahnhofsanlagen als schönsten Schmuck sorgfältig gepflegte, saftstrotzende Echinocactusstämme von erheblicher Größe tragen, herrschte schon Halbwüstencharakter. Längs der Bahn überrascht das Vorkommen von *Cucumis perennis* James, deren weit am Boden hinkriechende Stengel mit den großen Blättern durch ihre Ueppigkeit sehr von der kärglichen übrigen Pflanzenwelt abstechen. Als gegen Abend der Zug, sich unserem Ziele nähernd, höher im Gebirge anstieg, entfaltete sich ein höchst merkwürdiges Vegetationsbild. Soweit das Auge die Berghänge übersehen konnte, waren sie in einer bestimmten Höhe von meist unverzweigten Yuccastämmen übersät. Die 5—6 m hohen, unten bis zu 2 Fuß dicken, grauen Stammsäulen tragen an ihrem Ende einen Schopf aufrechter, starrer, grüner Blätter, aus deren Mitte ein gedrungener Blütenstand hervortritt, der nicht, wie bei den bekannteren Yuccaarten, aufrecht steht, sondern nach unten hängt, und diese Lage auch später bis zur Fruchtreife beibehält. Unter den lebenden Blättern trägt der Stamm einen dichten Besatz abgestorbener, abwärts gerichteter Blätter, deren älteste gebräunt, die im Absterben begriffenen dagegen lebhaft gelb gefärbt sind. Mit Ausschluß jeder anderen baumartigen Vegetation stehen diese, meist durch größere Zwischenräume voneinander getrennten, starren, bizarren Geschöpfe zu Tausenden an den Berglehnen, die von der Ferne wie gelb getupft erscheinen. Mit dem Gebirge verschwinden auch diese genügsamen Bäume, und die Strahlen der untergehenden Sonne beleuchten den scheinbar vegetationslosen, fahlen Wüstenboden. Daß aber auch hier noch Organismen ihr Leben zu fristen

vermögen, zeigen ein aufgescheuchter Hase und ein kleines, ebenfalls in Wüstenfarbe gekleidetes, mit weit abstehenden Ohren umherspähendes kleines Raubtier aus dem Fuchsgeschlecht. In später Nachtstunde ist unser Ziel, das in einer kleinen Oase, an einem Nebenfluß des Rio Salinas (etwa 1600 m ü. d. M.) gelegene Saltillo, die Hauptstadt des Staates Cohahuila, erreicht. Von diesem Standquartier gilt unser Besuch einem westwärts ansteigenden Berge. Haben wir die von der benachbarten Sierra madre oriental her reich bewässerten prächtigen Obstgärten verlassen, so führt uns die Wanderung durch Magueypflanzungen (*Agave americana* L.) hindurch nach dem von einer reichen Xerophytenflora bewohnten Berge, dessen steiniger Boden, abweichend von dem, was wir bei Tehuacan und anderwärts an sonst ähnlichen Standorten des südlichen Mexiko gesehen hatten, nur mit niedrigem Pflanzenwuchs bedeckt ist. Die Niederschläge scheinen hier nicht ausreichend zu sein, um stattlicheren Arten von *Yucca, Opuntia, Cereus* das Aufkommen zu ermöglichen. Niedere, zum Teil noch blattlose, oft sparrige Sträucher, deren Zweige in Dornen auslaufen oder deren graugrüne, derbe Blätter selbst mit stechenden Randzähnen bewehrt sind (*Berberis trifoliolata* MORIC.) standen mit Agaven und verschiedenen niedrigen Kakteen gemischt auf dem mit größeren und kleineren Kalksteinblöcken bedeckten Boden.

Auf einem schwach nach Süden geneigten Abhang (Tafel 22) war der sonndurchglühte, äußerst grelle Licht- und Schattenkontraste aufweisende Boden streckenweise ganz pflanzenleer. Am weitesten vorgeschoben nach diesen dürrsten Stellen waren dichte Rasen des in verschiedenen Formen auftretenden *Echinocereus conglomeratus* FOERST., dessen saftreiche, wohlschmeckende Früchte durch ihr Aroma zugleich an Stachelbeeren und Erdbeeren erinnern. Den nicht straflos aus dem Stacheldickicht herauszubefördernden, erquickenden Früchten stellten fleißig kleine Vögel von der Farbe des umliegenden Gesteins nach, die es verstanden, den gut geborgenen Beeren beizukommen.

Viel kräftiger und mannigfaltiger entwickelt war die Vegetation an der West- und Ostseite des Berges, besonders an dessen offenbar häufiger von Regen bestrichenen oder stärker durch Tau befeuchteten, obersten Abdachungen. Die Regen, welche, nach der Mitteilung meines Führers, erst im Oktober sich häufiger einstellen, hatten bereits spärliches frisches Grün auf diesen öden Bergen hervorsprießen lassen. Verschiedene Oxalideen, Malvaceen, Cruciferen, Zygophylleen, Nyctagineen, Portulaccaceen, zahlreiche Gräser standen in Blüte. In den Gesteinsspalten wucherten *Selaginella rupestris* L., verschiedene xerophile Farne aus den Gattungen *Pellaea, Cheilanthes, Notochlaena,* mit derben, beiderseits filzig behaarten Blättern, die sich bei zunehmendem Wasserverlust einwärts rollen, so daß nur noch die mit zahlreichen Schülfern bedeckte, meist rotfarbene Unterseite sichtbar ist. In großer Mannigfaltigkeit waren die Kakteen vertreten. Beinahe bei jeder Wendung des Terrains traten neue Arten auf. Die Opuntien, von denen unter anderen die wegen ihrer äußerst zahlreichen, leicht in der Haut zurück-

bleibenden, rotgelben Widerhakenstächelchen unangenehme *Op. microdasys* LEHM. (Tafel 22) und bescheidene Exemplare der *Op. arborescens* PFEIFF. bemerkt wurden, traten an Individuenzahl zurück gegenüber den Arten der Gattungen *Echinocactus, Echinocereus* und *Mammillaria,* deren Benennung ich der Güte des jüngst verstorbenen Prof. K. SCHUMANN verdanke.

Die überwiegende Mehrzahl der Kakteen ist durch kräftige Bewehrung gegen die Angriffe pflanzenfressender Tiere aufs beste geschützt. Die Verteidigungswaffen sind um so notwendiger, als diese Gewächse während der monatelang anhaltenden Trockenheit, die alle zarteren Pflanzenteile vertrocknen läßt, den ursprünglich einheimischen, jetzt stark zurückgedrängten, wie auch den vom Europäer eingeführten Tieren eine verlockende saftreiche Nahrung bieten würden. Der mexikanische Tierzüchter nutzt diese aufgestapelten Vorräte, indem er sie nach Bedarf dem Weidevieh zugänglich macht. Vermittelst eines Messers werden die an den Kanten großer Echinocacti oder die an Rand und Spitze der Agavenblätter sitzenden Wehrorgane entfernt, worauf sie, wie wir dies in betreff wildwachsender Agaven bei Tehuacan sahen, begierig von Rindern verzehrt werden. Die große Bedeutung der Succulenten für die Tierwelt Mexikos erhellt aus folgender Stelle[1]), die dem vortrefflichen Werke von C. SARTORIUS: Mexiko, Landschaftsbilder und Skizzen aus dem Volksleben, Darmstadt, bei Gustav Lange, 1852, p. 36 entnommen ist: „Man hat die Kakteen die vegetabilischen Quellen der Steppen genannt, und gewiß mit Recht, denn ohne sie und die Agaven würden die dürren, wasserarmen Gebirge der Hochebenen für Menschen und Tiere unbewohnbar sein. Wenn in der trockenen Jahreszeit, auf viele Meilen weit keine Spur von Wasser zu finden ist, wenn aller Graswuchs verschwindet, nähren sich die Rinder und Pferde von den Opuntien; ihr Instinkt treibt sie, mit den Hörnern oder Hufen, Stacheln und Wolle auf dem Kopf der dicken Echinocacten zu entfernen und das saftige Fleisch anzubeißen, so daß es eine Vertiefung, ein kleines Becken bildet. In diesem sammelt sich über Nacht klarer Saft, welcher am Morgen den Durst der Tiere löscht und wochenlang stets von neuem hervorquillt."

Zwischen den zahlreichen bewehrten Kakteen des von uns besuchten Standortes bei Saltillo, von denen die grünsten, saftreichsten am besten geschützt erscheinen, wuchs vereinzelt, nur mit dem flach gewölbten Scheitel über die Erde hervorragend, der völlig stachellose *Echinocactus Williamsii* LEM. (Tafel 20, über *b*, im oberen Drittel des Bildes, rechts unter der vereinzelt stehenden Mammillaria), der trotz seiner geringen Auffälligkeit von pflanzenfressenden Tieren gefunden und vertilgt werden würde, wenn er ihnen eine zusagende Nahrung böte. Bei dieser Pflanze, wie auch bei anderen scheinbar

1) Vgl. auch die Literaturangaben in GOEBEL: Pflanzenbiologische Schilderungen, I. Teil, p. 35 u. ff. Desert Botanical Laboratory of the Carnegie Institution by F. V. COVILLE and D. U. MAC DOUGAL, Washington 1903.

wehrlosen Kakteen sind nämlich die in dieser Familie sonst üblichen mechanisch wirksamen Verteidigungswaffen durch chemische Schutzmittel ersetzt. An Ort und Stelle vorgenommene Kostversuche mit den mit ihr vergesellschafteten Arten ergaben, daß die bewehrten Species, nach Entfernung der Stacheln, beim Zerkauen einen milden, meist schleimigen, höchstens schwach säuerlichen, nicht unangenehmen Geschmack zeigten, im Gegensatz zu dem höchst widerwärtigen Geschmack des weichen, saftreichen, stachellosen *Echinocactus Williamsii.* Diese Pflanze, die mir auf dem Markte in Saltillo unter dem Namen pellote als Heilmittel gegen verschiedene Krankheiten von Kräuterhändlern angeboten wurde, gehört bekanntlich[1]) zu den wenig zahlreichen alkaloidhaltigen Kakteen, die durch ihre Giftigkeit allein geschützt erscheinen, während andere Arten, wie der stattliche, von unten an verzweigte, gleichfalls giftige *Cereus pecten-aboriginum* (Vegetationsbilder, 1. Reihe, Heft 8, Tafel 48), neben diesen chemischen Schutzmitteln die bei den Kakteen üblichen Stacheln bewahrt haben. Derartige Fälle von Häufung verschiedenartiger Verteidigungsmittel sind im Pflanzenreich sehr verbreitet, unter anderen auch bei den den amerikanischen Orgelkakteen habituell ähnlichen succulenten Euphorbien der alten Welt, insbesondere Afrikas, die außer dem giftigen, leicht aus Wunden sich ergießenden Milchsaft Stacheln an den Kanten des fleischigen Stengels führen. Es liegt der Gedanke nahe, daß in solchen Fällen die Stacheln ihren Trägern, die ohne diesen Schutz leicht verwundbar wären, nicht bloß von Nutzen sind gegen den Zahn weidender Tiere, sondern überhaupt durch Verhütung der Schädigung ihrer Oberfläche seitens größerer Tiere. Gedenkt man des Schadens, den in unseren Wäldern das Fegen der Hirsche und Rehböcke an jungen Stämmen verursacht, indem diese Tiere, mit dem Geweih an denselben auf und nieder fahrend, die Rinde verletzen, so wird man den Vorteil der Bekleidung der fleischigen, zum Teil leicht verletzbaren Stämme der in baumloser Umgebung stehenden Stammsucculenten nicht gering anschlagen. Man braucht hierbei nicht bloß an die Abwehr fegender Tiere aus dem Hirschgeschlecht zu denken, die ja in Südafrika fehlen; auch das gewohnheitsgemäße Reiben und Scheuern von Körperteilen anderer großer Tiere dürfte durch die starke Bewehrung, wenn nicht ganz verhindert werden (vergl. GOEBEL, l. c. p. 44), so doch nur in weniger gefährdender Weise stattfinden. Für diese Auffassung spricht das Fehlen der Stechorgane bei den kleineren, dieser Gefahr nicht ausgesetzten Euphorbien, wie *E. meloformis* AIT., *E. caput Medusae* L., den gleichfalls niedrigen Stapelien, dem *Echinocactus Williamsii* LEM. und den *Anhalonium*-Arten unter den erdbewohnenden Kakteen.

Die gedrungene Gestalt sämtlicher wüstenbewohnender Kakteen wird bekanntlich als eine Anpassung dieser Gewächse an ein sehr trockenes Klima aufgefaßt, in welchem

1) Vergl. G. DRAGGENDORFF: Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten. Stuttgart 1898.

doch zeitweise stärkere Regenfälle niedergehen[1]), welche die Aufspeicherung größerer Wassermengen in dem saftreichen Stamm ermöglichen. Mit diesem aufgestapelten Vorrat wirtschaften die genügsamen Pflanzen äußerst ökonomisch, so daß sie auch während der Monate, unter Umständen länger als ein Jahr anhaltenden Trockenperioden nur äußerst langsam einschrumpfen und wohl nur selten das Leben infolge zu weit gehenden Wasserverlustes einbüßen, während sie bei nasser Witterung, auch in ihrer Heimat, der Fäulnis leicht anheimfallen[2]).

Mit der gedrungenen Gestalt des saftreichen Kakteenstammes, welche mit anderen Eigentümlichkeiten des Baues (dicke Cuticula, Einsenkung der Spaltöffnungen u. s. w.) den Vorteil bietet, die zähe Zurückhaltung des Wassers zu ermöglichen, ist jedoch eine nicht zu unterschätzende Gefahr verbunden.

Unter dem Einfluß der hochstehenden Sonne erwärmen sich die kompakten, von keinem Korkgewebe gegen das Eindringen der Strahlung geschützten Gebilde weit stärker als die dünnen Spreiten der Blätter oder die mit Periderm versehenen Stämme anderer Pflanzen. Es ist nun zwar bekannt, daß succulente Gewächse, z. B. Semperviven, ohne Schaden für andere Gewächse tödliche Temperaturen (52°) ertragen. Noch höhere Temperaturen sind nach den etwas unbestimmten Angaben von KERBER[3]) im April am Vulkan Colima beobachtet worden. „Frisch abgeschlagene Stämme von *Cereus giganteus* haben zur Mittagszeit eine innere Wärme von 50—60°." Aus eigenen, mit einem regulierbaren Thermostat ausgeführten Versuchen ergab sich, daß in erwärmtes Wasser tauchende Stämme von *Cereus peruvianus, Mammillaria gracilis,* Blätter von *Aloë plicata* 1 bis 2 Stunden lang eine Temperatur von 55° aushalten, bei längerer Dauer der Versuche (10—15 Stunden) aber schon bei etwas niedrigerer Temperatur (53—54°) zu Grunde gehen, auch wenn dem Wasser durch Verkleben der Schnittflächen das Eindringen in die Gewebe verwehrt worden ist.

Die oben erwähnten, in der freien Natur an besonnten Pflanzen beobachteten Temperaturen liegen also jedenfalls nahe an der Grenze des Ertragbaren, und es fragt sich daher, ob nicht Kakteen und auch andere Succulenten unter Umständen in ihrer Heimat durch übermäßige Wärmezufuhr getötet werden. Vorausgesetzt, daß derartige Fälle eintreten, so wird man doch nicht leicht Gelegenheit haben, sie festzustellen, da ja schon für die Keimlinge die Gefahr des Versengtwerdens besteht und sich eben an den Orten, wo die Gefahr, wenn auch nur vorübergehend, bestehen mag, keine Kakteen ansiedeln werden. Zweifellos ist die Erwärmung dunkler Gesteine in den nördlichen

1) Vergl. MAC DOUGAL: Delta and desert vegetation. Contributions from the New York Botanical Garden, No. 53, 1904.

2) Vergl. ALB. MATHSSON: Reisebericht eines Kakteensammlers in Mexiko. Gartenflora, 1890, p. 463 u. ff.

3) EDM. KERBER: Eine Besteigung des Vulkans von Colima in Mexiko. Aus den Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1882, No. 5.

Teilen von Mexiko nicht selten so groß, daß nicht durch dichte Korkhüllen geschützte Pflanzenteile, die damit in direkte Berührung kommen, unmittelbar getötet werden müssen. Bei Venadito im Staate Cohahuila war an einem sonnigen Oktobertage die Erhitzung des rötlichen, vielfach zerspaltenen Gesteins zur Mittagszeit so beträchlich, daß die Berührung desselben heftigen Schmerz verursachte. Solche Stellen fand ich denn auch, auf der Südseite wenigstens, so gut wie pflanzenleer. Höchstens wagte sich eine weißgraue Mammillaria oder ein strohgelber *Echinocereus*-Rasen aus den beschatteten Felsspalten hervor. Obwohl ich bei Venadito, wie auch bei Saltillo, beim Besuch der heißen Berglehnen genau darauf geachtet habe, ob nicht etwa durch Hitze beschädigte Exemplare zu finden sein möchten, so habe ich doch nur ein etwa fußhohes Individuum eines *Echinocactus* gesehen, dessen Kanten in ziemlich großer Ausdehnung gebräunt und abgestorben waren. Ob hier Tötung durch Hitze oder durch irgend eine andere Ursache, vielleicht Frost, vorlag, ist natürlich nicht zu entscheiden. Die Beschränkung der Abtötung auf die Kanten, die Verschonung der dazwischen liegenden Furchen spricht eher für das Absterben infolge von Erfrieren.

Daß trotz der größeren Widerstandsfähigkeit der Kakteen die Gefahr des Versengtwerdens für dieselben — und Gleiches gilt für die anderen Succulenten der heißen Erdstriche — vorhanden ist, wird wohl kaum bezweifelt werden können, und da fragt es sich denn, ob die Kakteen und überhaupt die Succulenten nicht Einrichtungen besitzen, durch welche diese Gefahr vermindert wird und also nicht gewisse Gestaltungsverhältnisse in dieser Annahme ihre biologische Erklärung finden.

In Bezug auf die Gestaltbildung der Kakteen und anderer Stammsucculenten und die morphologische Verknüpfung der so abwechselungsreichen Gestalten verweise ich auf die schon zitierte vorzügliche Darstellung GOEBELS. Auch dessen biologischen Betrachtungen schließe ich mich an, nur glaube ich, daß sie nach einer Seite hin eine Ergänzung finden müssen. Wie GOEBEL richtig bemerkt (p. 55), wäre die Kugelform die für den Succulentenstamm vorteilhafteste, wenn es nur auf Wasseranhäufung und Oberflächenverringerung ankäme. Für die Assimilation ist jedoch diese Form die ungünstigste, da mit der Verringerung der transpirierenden Oberfläche zugleich auch die Assimilationsfläche beträchtlich verkürzt wird. Dieser Nachteil wird nun nach GOEBEL wieder durch in verschiedener Weise zu stande kommende Oberflächenvergrößerung ausgeglichen. Es werden den Kugel- oder Cylinderflächen mehr oder weniger hohe Kanten oder Mammillen aufgesetzt, ja die ganze Achse kann sich zu einem blattähnlichen Gebilde abflachen.

Daß die Oberflächenvergrößerung tatsächlich die Assimilationsgröße begünstigen muß, ist einleuchtend, doch glaube ich nicht, daß wir mit dieser Annahme ausreichen, um die sonderbare, bei wüstenbewohnenden Stammsucculenten vorkommende merkwürdige Erscheinung zu erklären, daß einerseits die Oberfläche des fleischigen Stammes vermindert

wird und neben diesem Prinzip gleichzeitig wieder das entgegengesetzte der Oberflächenvergrößerung zum Ausdruck kommt.

Man könnte zwar den soeben angedeuteten Widerspruch zu lösen versuchen unter der Annahme, daß die Reduktion der Oberfläche das Primäre sei, und daß diese Succulenten erst nachträglich, unter etwa günstigeren Wasserversorgungsverhältnissen, die eine größere Flächentwickelung gestatteten, die Auswüchse erworben hätten. Ich halte aber eine derartige Annahme, wenigstens in betreff der wüstenbewohnenden Arten, für überflüssig, da die Schwierigkeit fortfällt, sobald man die Gefahr der infolge zu starker Erwärmung drohenden Versengung der Succulenten in Erwägung bringt und nicht bloß, wie es bisher fast immer geschehen zu sein scheint, die allerdings bei diesen Pflanzen so wichtige Wasserökonomie berücksichtigt.

Wenn die kompakten Gewebemassen der Kakteen, die in ihrer Peripherie zu Assimilationsorganen ausgebildet sind und hiermit die Sonnenstrahlen energisch absorbieren müssen, nicht durch übermäßige Erwärmung getötet werden, so ist dies verschiedenen Umständen zu verdanken. Die Vertikalstellung der großen Stämme von Cereus- und Echinocactusarten, die lotrechte Lage der Flachsprosse der großgliedrigen Opuntien schützen dieselben zur Mittagszeit gegen die Einwirkung der hochstehenden Sonne. Einen wirksamen Schutz gegen Insolation finden ferner zahlreiche Formen in den — man denke an Pilocereus senilis — oft blendend weißen, luftführenden Haaren und anderen, bisweilen schirmförmig angeordneten Anhängseln, die selbst dann, wenn sie vereinzelt stehen, doch die grüne Stammoberfläche in größerer oder geringerer Ausdehnung beschatten[1]).

Die Kugelgestalt und, bei langgestreckten Formen, die Cylindergestalt finden wir nur bei den schmächtigen Stämmen fast rein ausgeprägt. Sobald die succulente Achse massiger wird, treten mehr oder weniger große Abweichungen von den einfacheren geometrischen Gestalten auf: dem Rotationskörper sind mehr oder weniger zahlreiche, vertikal verlaufende Kanten oder Mammillen aufgesetzt; bei den großgliederigen Opuntien verflacht sich die Achse zu dem vertikal gestellten Flachsproß. In allen diesen Fällen ist, gleiches Gesamtvolumen vorausgesetzt, die Gefahr der Versengung geringer, weil erstens durch die Oberflächenvergrößerung die Ausstrahlung begünstigt wird und ferner die Bestrahlung durch die Sonne eine geringere Erwärmung zur Folge hat, als dies der Fall sein würde, wenn die reine Kugel- oder Cylindergestalt beibehalten wäre.

Man denke sich z. B. von einer jener Riesenformen, wie *Echinocactus ingens* (vergl. Vegetationsbilder, I. Reihe, Heft 8), deren stärkere Exemplare, bei einer Höhe von 2 m einen Durchmesser von beinahe 1 m zeigen, die hervorspringenden Kanten von der Oberfäche hinweg, so wird die Wirkung der senkrecht zur Oberfläche einfallenden

1) Vergl. O. V. DARBISHIRE: Observations on Mammillaria elongata. Annals of Botany, XVIII, 1904.

Strahlen eine weit mächtigere sein. Der Teil der Außenfläche, dem in Wirklichkeit eine Längskante aufsitzt, würde dieselbe Wärmemenge zugestrahlt erhalten, die sich tatsächlich auf die beiden Kantenflächen verteilt, welche zugleich infolge des spitzen Einfallswinkels die Strahlen stärker zurückwerfen. Bei der tatsächlich vorhandenen Oberflächengestaltung wird der Teil der Oberfläche, der in Bezug auf Ausstrahlung der aufgenommenen Wärme am ungünstigsten situiert ist, nämlich der zwischen je zwei Kanten liegende Grund der Furche, immer nur kurze Zeit annähernd normal zur Oberfläche, und zwar in den frühen Morgen- und Abendstunden, besonnt. Die hervorragenden Kanten werden zu gleicher Zeit nur von einer Seite stärker erwärmt. Zur Mittagszeit, wo die Gefahr der Versengung am größten wäre, werden die vertikal stehenden Kanten nur unter spitzen Winkeln bestrahlt. Der breite, in der Mitte vertiefte Scheitel, der durch seine Lage besonders gefährdet ist, wird durch einen dichten Filz gelblichweißer Haare geschützt.

Wie nahe die Gefahr des Todes infolge zu starker Erwärmung an Stamm- wie an Blattsucculenten herantritt, läßt sich durch folgende, an heißen Julitagen in Jena ausgeführte Versuche veranschaulichen. Während ein in normaler Lage lotrecht stehender *Cereus peruvianus* die intensivste Insolation ertrug, verfärbte er sich und erweichte, insbesondere im Grunde der Furchen, nachdem er in horizontaler Lage einige Stunden lang auf derselben Seite senkrecht zur Längsachse von der hochstehenden Julisonne bestrahlt worden war. Rosetten von *Sempervivum tectorum* genügt es durch wenigtägige Verdunkelung zu veranlassen, ihre vorher frei aufwärtsstrebenden Blätter abwärts zu krümmen bis zur Erreichung der horizontalen Lage, um sie an sonnigen, windstillen Sommertagen nach wenigstündiger Besonnung absterben zu sehen. Die den eingetretenen Tod verratende Verfärbung stellt sich zuerst an den Rändern der Blätter ein, dort, wo sie denjenigen anderer, älterer Blätter aufliegen. Bei den succulenten Kakteen und Euphorbien wird dieser Gefahr begegnet durch die aufrechte Stellung der kompakten Glieder und ihre, durch die Entwickelung von Längskanten oder Mammillen ausgezeichnete Oberflächengestaltung, welche sowohl die Aufnahme der Sonnenstrahlung erschwert als auch die Ausstrahlung der aufgenommenen Wärme begünstigt. Es tritt hier dasselbe Konstruktionsprinzip in Kraft, welches der Techniker beim Bau der Heizungsröhren unserer Wohnräume anwendet, indem er die von heißem Wasser oder Wasserdampf durchströmten Röhren mit ringförmig vorspringenden Leisten oder anders gestalteten Fortsätzen versieht zum Zweck der besseren Ausstrahlung der zugeführten Wärme an die zu heizenden Räume.

Ist die hier vorgetragene Ansicht, für deren Prüfung das in der Nähe von Tucson (Arizona) entstandene „Desert Botanical Laboratory of the Carnegie Institution" ein geeigneter Platz wäre, richtig, so wird man erwarten dürfen, ein stärkeres Hervorragen der Kanten und Mammillen zu finden bei denjenigen Arten,

deren sonstige Oberflächenbeschaffenheit sie geeignet erscheinen läßt, die Sonnenstrahlen besonders stark aufzunehmen. Meine Beobachtungen an Ort und Stelle ergaben in der Tat eine Bestätigung dieser Annahme. Die durch dunkelgrüne Färbung ausgezeichneten Arten haben stark hervorragende Kanten oder Mammillen, während die entsprechenden Gebilde bei hellgrünen, besonders aber bei graugrünen Formen oder solchen, die durch weißglänzende Anhängsel gegen Wärmeaufnahme einigermaßen geschützt sind, schwächer entwickelt sind. Endlich sind bei dem allerdings mit dem größten Teil seiner Außenfäche in der Erde verborgenen *Echinocactus Williamsii* die Rippen auf der hell-graugrünen Oberfläche nur noch andeutungsweise vorhanden.



Echinocactus obvallatus Dc. (a), weißstachelige Form von Echinocereus conglomeratus Foerst. (b), in der Mitte des Bildes und bei c blühende Mammillaria.

Ostabhang eines Berges westlich von Saltillo (1600 m ü d. M.), Staat Cohahuila.

Nach photogr. Aufnahme von E. Stahl. Verlag von G. Fischer, Jena. Lichtdruck der Verlagsanstalt F. Bruckmann A.-G., München.



Echinocactus capricornis. Dietr. (a), Echinocactus Williamsii Lem. (b), Echinocactus bicolor Gal. (c), Echinocereus conglomeratus Foerst. (d), Mammillaria scolymoides Scheidw. (e), Pellaea sp. (f).

Westabhang eines Berges westlich von Saltillo (1600 m ü. d. M.), Staat Cohahuila.



Der Boden stellenweise ohne jede Pflanzendecke. Echinocereus conglomeratus Foerst. (a), Opuntia microdasys Pfeiffer (b).

Südabhang eines Berges westlich von Saltillo (1600 m ü. d. M.), Staat Cohahuila.

Nach photogr. Aufnahme von E. Stahl. Verlag von G. Fischer, Jena. Lichtdruck der Verlagsanstalt F. Bruckmann A.-G., München.

Tafel 21.

Im Schutz von Agaven horstweise auftretende Selaginella pilifera AL. BR.[1]). Nordabhang eines Berges westlich von Saltillo (1600 m ü. d. M.).

(Aufgenommen von E. STAHL, 8. Oktober 1894.)

Während an den Ost-, Süd- und Westabhängen des besuchten Berges die Kakteen so häufig waren, daß man sich auf Schritt und Tritt vorsehen mußte, um nicht in unliebsame Berührung mit ihren Wehrorganen zu kommen, fehlten sie vollständig an einem ziemlich steil abfallenden Nordabhang. Nur eine auch sonst verbreitete *Agave* mit glatten, sehr derben, am Rande dunkel-, in der Mitte hellgrünen Blättern, gedieh auf dem der Sonne weniger zugänglichen, die Feuchtigkeit länger zurückhaltenden Boden. In ihrer Gesellschaft, oft dicht an sie geschmiegt, standen im Schutz der breiten Agavenblätter große Rosetten von *Selaginella pilifera* AL. BRAUN. Diese Pflanze ist, wie auch andere Arten aus dem Verwandtschaftskreis von *Selaginella lepidophylla,* im Gegensatz zu den meist hygrophilen, besonders in den feuchten Tropenländern vorkommenden Arten dieser Gattung, ein ausgeprägter Xerophyt, der monatelang anhaltender Trockenheit zu widerstehen vermag. Sie gehört mit *Selaginella lepidophylla* SPRING zu den seit lange bekannten „Auferstehungspflanzen", die über 10 Jahre in lufttrockenem Zustande aufbewahrt werden können, ohne das Leben einzubüßen[2]). Die eingetrockneten, scheinbar abgestorbenen Exemplare bilden dichte graugelbliche Knäuel, die dadurch zu stande kommen, daß bei Wasserverlust die wedelartigen, die Rosette bildenden Sproßsysteme sich einwärts rollen, wobei die äußeren abgestorbenen die lebendigen inneren bedecken. Bei unserem Besuche, der in die Regenzeit fiel, waren sämtliche Rosetten ausgebreitet und die oberseits dunkelgrünen Sprosse von einem kurz vorher niedergegangenen Regen angefeuchtet.

Die äußerst leicht benetzbaren Sprosse dieser Pfanze vermögen größere Mengen von Wasser kapillar an ihrer Außenfläche und in den Hohlräumen zwischen Stengel und Blättern festzuhalten. Läßt man Wassertropfen auf ein Zweigende einer ausgebreiteten, bereits befeuchteten Rosette fallen, so fließt das im Ueberschuß vorhandene Wasser nach der Mitte des Stöckchens, um nach kurzer Zeit unter ihm an den gabelig

---

1) Herr Professor G. HIERONYMUS, dem ich zu herzlichem Danke verpflichtet bin, hat auf Grund eines eingesandten Exemplars die dargestellte Pflanze als Selaginella pilifera AL. BR. erkannt.

2) Vergl. V. B. WITTROCK: De filicibus observationes biologicae. Acta horti Bergiani, I, Stockholm 1891.

verzweigten Wurzeln zum Vorschein zu kommen. Nicht nur das in Gestalt von Regentropfen aufgefangene Wasser wird auf diese Weise zu Boden geleitet, sondern auch der an oberirdischen Teilen niedergeschlagene Tau, der sich besonders an den abstehenden, bis millimeterlangen Endhaaren der Blätter bei der nächtlichen Abkühlung absetzen dürfte. Diese Haare sind nämlich in so hohem Grade benetzbar, daß kleine Wassertropfen, die bloß mit der Spitze lufttrockener Haare in Berührung gebracht werden, sofort angesogen werden und sich über das Blatt in einer dünnen Schicht ausbreiten.



Im Schutz von Agaven horstweise auftretende Selaginella cuspidata Spring.

Nordabhang eines Berges westlich von Saltillo (1600 m ü. d. M.), Staat Cohahuila.

Nach photogr. Aufnahme von E Stahl. Verlag von G. Fischer, Jena. Lichtdruck der Verlagsanstalt F. Bruckmann A.-G., München.

Tafel 23 und 24.

Nordamerikanische Halbwüste bei Venadito (890 m ü. d. M.), Staat Cohahuila.

Tafel 23. **Fouquiera splendens ENGELMANN.**
Tafel 24. **Durch jähe Temperaturwechsel gesprengter Kalksteinblock mit Echinocereus und Opuntia.**

(Nach Aufnahmen von E. STAHL, 10. Oktober 1894.)

Stärker als in der Umgebung von Saltillo fand ich den Wüstencharakter der Landschaft ausgeprägt in der Nähe von Venadito, welches in wenigen Stunden von Monterey, der Hauptstadt des Staates Nuevo-Leon, zu erreichen ist. Die niedrigere Lage (890 m. ü. d. M.) und die größere Entfernung von der Ostküste mögen die größere Dürre der Gegend bedingen. Unsere Tafel 23 gibt eine Aufnahme wieder, die von dem steil abfallenden Rande eines bis etwa 150 m über die Talsohle sich erhebenden Gebirgszuges gewonnen worden ist. Die Umrisse, wie auch der Schichtenverlauf traten bei der reinen, trockenen Wüstenluft auch an den ferneren Bergzügen deutlich hervor. Der stellenweise fast ebene, infolge des zerstreuten Wuchses von starrlaubigen, meist dornigen Sträuchern gesprenkelt aussehende Talboden ist von gleichsinnig verlaufenden, dunkeln, stärker bewachsenen Streifen durchzogen, die den reichlicher Wasser führenden Schichtenköpfen entsprechen. An den kahlen Stellen standen verschiedene Mammillarien und kräftig bewehrte, zum Teil kopfgroße, bis zur Hälfte ihrer Höhe im lehmigen Boden steckende Exemplare von *Echinocactus* sp. aus der Verwandtschaft des *cornigerus*. Die Succulenten traten hier gegenüber den kleinlaubigen Sträuchern sehr zurück. Unter diesen waren, im Gegensatz zu den Kakteen, Agaven und anderen stark bewehrten Gewächsen, die Arten, deren Blätter sich infolge ihres drüsigen oder harzigen Ueberzuges klebrig anfühlen, durch widerwärtigen Geschmack des Laubes ausgezeichnet.

Der rechts im Vordergrund unseres Bildes stehende Strauch gehört zu den charakteristischen Bewohnern der im nördlichen Mexiko und in den daran grenzenden Teilen der Vereinigten Staaten große Länderstrecken einnehmenden Chaparalformation. Dieser zur Familie der Tamaricaceen gehörende, durch schöne rote Blumen ausgezeichnete, vom Grund aus verzweigte Strauch (*Fouquiera splendens* ENGELMANN, ocotillo der Mexikaner), eignet sich infolge des aufstrebenden Wuchses seiner dornigen Aeste zur Herstellung undurchdringlicher Einzäunungen; aus seiner Rinde wird das Ocotillowachs gewonnen.

Eine fast unerträgliche Hitze herrschte zur Mittagszeit auf dem nur wenig geneigten Bergfirst (Tafel 24). Das grelle Sonnenlicht wurde in blendender Fülle von dem Gestein, den zahlreichen vertrockneten Zweigen des Dorngestrüpps, den Stacheln der Opuntien und Echinocereusrasen zurückgeworfen. An den Steinblöcken waren die Folgen der starken täglichen Temperaturschwankungen in Gestalt von glatten, stellenweise den ganzen Block durchsetzenden Sprüngen zu erkennen[1]). Dichte *Echinocereus*-Rasen ragten hie und da aus solchen Gesteinslücken hervor, die auch, wie andere beschattete Felsstücke, verschiedene Krustenflechten beherbergten und aus deren Schutz sich nur dickere, weißkrustige Arten hervorwagten, die, dank der an ihrer Oberfläche stattfindenden Zurückwerfung der Sonnenstrahlung, länger als dunkler gefärbte und infolge dessen rascher sich erwärmende Arten, die von Tau oder Regen stammende Feuchtigkeit zu bewahren vermögen.

Beim Abstieg von unserem Standpunkt mußten wir eine tief eingerissene, streckenweise mit zusammengeschwemmtem Gestein erfüllte Schlucht durchkreuzen, deren Aussehen, wie auch die sonst von der Höhe sichtbaren Erosionsspuren, auf die auch in dieser Halbwüste nicht fehlende Tätigkeit des zu Tal stürzenden Wassers hinweisen. Nach der Aussage des begleitenden Führers sind die Niederschläge während der Regenzeit, die eben begonnen hatte, zwar selten, treten aber mitunter in Gestalt sehr heftiger Gewitter auf.

1) Vergl. J. WALTHER: Das Gesetz der Wüstenbildung, Berlin, Reiner, 1900.



Pflanzenwuchs sehr zerstreut; die stärker bewachsenen, in der Niederung wie an den Bergen hervortretenden dunkleren Streifen entsprechen den reichlicher Wasser führenden Schichtenköpfen. Rechts im Vordergrunde Fouquiera splendens Engelmann.

Nordmexikanische Halbwüste. Venadito (890 m ü. d. M.), Staat Cohahuila.

Nach photogr. Aufnahme von E. Stahl. Verlag von G. Fischer, Jena. Lichtdruck der Verlagsanstalt F. Bruckmann A.-G., München.



Durch jähe Temperaturwechsel gesprengter Kalksteinblock. Zum Teil in den Spalten wurzelnder Echinocereus conglomeratus Foerst., davor eine dreistachelige Opuntia, links Fouquiera splendens Eng.

Nordmexikanische Halbwüste. Venadito, Staat Cohahuila.

Nach photogr. Aufnahme von E. Stahl. Verlag von G. Fischer, Jena. Lichtdruck der Verlagsanstalt F. Bruckmann A.-G., München.